

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kolera merupakan infeksi bakteri akut pada usus karena mengonsumsi makanan atau minuman yang terkontaminasi bakteri *Vibrio cholerae*. Masa inkubasi bakteri tersebut membutuhkan waktu antara 12 jam sampai 5 hari untuk menunjukkan gejala kolera (WHO, 2019). Gejala penyakit ini meliputi diare dengan konsistensi seperti air disertai sakit perut, mual, muntah, perasaan mengantuk dan kelelahan. Jika tidak diobati penderita akan mengalami gejala lebih lanjut, seperti dehidrasi dan bahkan dapat menyebabkan kematian (Ayustawati, 2013).

Kolera ditularkan melalui makanan atau minuman yang terkontaminasi, serta kontak antar manusia rentan dan manusia terinfeksi dengan perantara feses, seperti pada pembuangan feses disungai atau toilet umum (Misra dkk, 2016). Apabila bakteri ini masuk ke tubuh, bakteri akan mengeluarkan toksin yang mengakibatkan terperasnya cairan tubuh keluar melalui usus halus, sehingga menyebabkan diare. Pada umumnya kolera dapat ditemukan di daerah lingkungan tidak sehat, pemukiman padat penduduk, pada saat situasi perang, bencana alam seperti banjir, saat terjadi kelaparan dan atau pada saat seseorang berada di daerah yang terjadi banyak kasus kolera (Ayustawati, 2013).

Menurut data yang dilansir dari WHO, pada tahun 2015 tercatat 172.454 kasus kolera dan mengalami penurunan pada tahun berikutnya. Bulan Juni 2016, 38 negara melaporkan sebanyak 132.131 kasus kolera. Dari seluruh kasus yang dilaporkan, 17 negara di Afrika, 12 di Asia, 4 di Eropa, 4 di Amerika dan 1 di Oceania. Republik Demokratik Kongo, Yaman, Somalia dan Republik Persatuan Tanzania menyumbang 80% dari semua kasus, 54% kasus yang dilaporkan berasal dari Afrika, 13% dari Asia dan 32% dari Hispaniola (WHO, 2016). Pada akhir

tahun 2017, Yaman melaporkan bahwa telah terjadi 2261 kasus kematian yang disebabkan oleh penyakit kolera (WHO, 2017). Dan pada tahun 2018, 34 negara melaporkan, sebanyak 499.447 kasus dan 2990 kematian karena kolera. WHO memperkirakan bahwa setiap tahun kolera menginfeksi 1,0 – 4,0 juta orang dan menyebabkan kematian hingga 143.000 jiwa (WHO, 2019).

Model matematika merupakan suatu sarana untuk memahami dinamika penyebaran penyakit menular. Bentuk lain dari model matematika yang dapat digunakan untuk mengendalikan penyebaran penyakit adalah dengan menformulasikan strategi kontrol optimal yang efektif untuk mencegah dan mengobati kolera. Codeco, 2001 merumuskan model matematika penyebaran penyakit kolera hanya melibatkan populasi manusia rentan, populasi manusia terinfeksi dan populasi bakteri *Vibrio cholerae*. Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan, kolera dikaji dalam berbagai model matematika ditinjau dari banyak segi bahasan. Neilan dkk. (2010) telah mengembangkan model matematika penyebaran kolera dengan menambahkan populasi bakteri *hyperinfectious* dan populasi bakteri *less-infectious*. Individu yang terinfeksi diklasifikasikan berdasarkan konsentrasi bakteri yaitu gejala parah atau gejala ringan. Dalam segi kontrol optimal beberapa peneliti mengkaji kolera dalam bidang matematika diantaranya Sanches dkk. (2011) telah mengkaji kontrol optimal untuk mengurangi persebaran kolera dengan mekanisme kontrol bergantung musim. Lemos dkk (2016) telah membahas mengenai kontrol optimal untuk mengurangi persebaran kolera dengan pengobatan melalui karantina. Kemudian dalam segi perkembangan model matematika penyebara kolera, Sisodiya dkk (2018) telah mengembangkan model matematika penyebaran kolera yang disebabkan oleh bakteri *Vibrio cholerae* dan pengendaliannya dengan vaksinasi, dengan menambahkan populasi manusia yang divaksinasi.

Berdasarkan uraian tersebut, penulis tertarik untuk mengkaji model matematika penyebaran kolera yang pengendaliannya dengan vaksinasi dari hasil penelitian Sisodiya dkk (2018). Model yang dirumuskan menggunakan modifikasi tipe SEIRP dengan *billinier incidence rate*. Penulis tertarik untuk memodifikasi dari bentuk *billinier incidence rate* menjadi *saturated incidence rate*. Karena

penyebaran penyakit kolera pasti akan memiliki batas maksimal atau mencapai titik jenuhnya di suatu waktu, sehingga bentuk *saturated incidence rate* dianggap lebih tepat untuk model tersebut dan menambahkan variabel kontrol berupa penyuluhan kebersihan dan kesehatan lingkungan, pengobatan dan peningkatkan sanitasi lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, permasalahan yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana analisis kestabilan titik setimbang dari model matematika penyebaran penyakit kolera dengan vaksinasi?
2. Bagaimana bentuk kontrol optimal pada model matematika penyebaran penyakit kolera dengan vaksinasi?
3. Bagaimana hasil simulasi numerik serta interpretasi dari model matematika penyebaran penyakit kolera dengan vaksinasi sebelum dan sesudah pemberian kontrol?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan pada penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui analisis kestabilan titik setimbang model matematika penyebaran penyakit kolera dengan vaksinasi sebelum pemberian kontrol.
2. Mengetahui bentuk kontrol optimal pada model matematika penyebaran penyakit kolera dengan vaksinasi.
3. Mengetahui hasil simulasi numerik serta interpretasi model matematika penyebaran penyakit kolera dengan vaksinasi sebelum dan sesudah pemberian kontrol.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis, penelitian ini bermanfaat sebagai sarana latihan untuk menambah pemahaman dan penguasaan materi tentang penerapan ilmu matematika di bidang kesehatan khususnya penyebaran penyakit kolera.
2. Bagi Pembaca, penelitian ini bermanfaat sebagai rujukan pertimbangan dan acuan untuk penelitian selanjutnya dalam pengembangan model matematika dalam penyebaran kolera.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari permasalahan model matematika penyebaran penyakit kolera adalah sebagai berikut:

1. Model matematika dasar dan nilai parameter yang digunakan dalam penelitian ini merujuk pada paper yang ditulis oleh **Sisodiya dkk (2018)**.
2. Variabel kontrol yang diberikan pada model berupa penyuluhan kebersihan dan kesehatan lingkungan, pengobatan dan peningkatan sanitasi lingkungan.